



全国高等工科教育计算机类规划教材

计算机网络操作系统 原理与应用

孔宪君 吕 滨 编著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



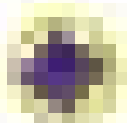


教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会推荐教材

计算机网络操作系统 原理与应用

王健 袁世强 编

清华大学出版社



全国高等工科教育计算机类规划教材

计算机网络操作系统 原理与应用

孔宪君 吕滨 编著
柳青 主审



机械工业出版社

本书全面系统地讲述了操作系统的概念、原理、结构、机制和实现方法,结合当前流行的 NT 内核 Windows 操作系统和 Linux 操作系统实例进行了讲解和深化,并给出了相应的编程接口和实用操作命令,全面清楚地展现了计算机网络操作系统的概念、原理、技术特点和发展方向。

本书适合作为高等院校计算机专业及相关专业本科或专科的教材,对于从事计算机应用和开发的技术人员也具有很高的参考价值。为了配合教师的教学,免费提供本书的电子课件,课件为开放式的,教师可根据需要进行修改。请发电子邮件至 wangyx@mail.machine in fo.gov.cn 索取。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络操作系统原理与应用/孔宪君,吕滨编著.
—北京:机械工业出版社,2005.2
全国高等工科教育计算机类规划教材
ISBN 7-111-18336-3

I. 计… II. ①孔…②吕… III. 计算机网络-操作系统-高等学校-教材 IV. TP316.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 001143 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王玉鑫 孔熹峻

责任编辑:王玉鑫 版式设计:张世琴 责任校对:魏俊云

封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

北京市朝阳区展望印刷厂印刷

2006 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·19.75 印张·488 千字

0 001—3 000 册

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68326294
封面无防伪标均为盗版

前 言

操作系统提供了使用计算机的工作环境，它是控制应用程序执行的核心系统软件，它是计算机系统的管理者和仲裁者，负责控制和管理整个计算机系统，使之协调地工作。操作系统的原理与应用是计算机专业学生必须学习和掌握的主干课程，也是计算机应用人员深入了解和使用计算机技术的必备知识。随着计算机技术的发展变化，操作系统也以惊人的速度发展变化。近年来，许多新的设计思想和技术引入到现代操作系统的新版本中，使操作系统产生了本质性的变化。

操作系统是计算机系统的重要组成部分。同样，操作系统课程也是计算机教学的重要组成部分。关于操作系统的教材很多，但真正的好教材却很少。由于现代操作系统发展很快，内容变化很快，大多数操作系统教材内容已经陈旧。

本书是作者融合近 20 年操作系统的教学经验，在广泛汲取国内外操作系统教材的特色和操作系统研究论著精华的基础上编写的。本书具有许多适用于教学和自学的特点，书中使用了大量的图和表来阐明容易混淆的概念，书中所有代码实例均用 C 语言描述，每一章还包括进一步学习的难点和重点分析，每章之后均配有习题，不仅可以加深和巩固对操作系统概念的理解，而且有助于培养学生创造性思维能力。

本书操作系统的概念、原理和算法准确清晰，结构合理，循序渐进，深入浅出，不使用过时的概念描述本书，如作业等。作业产生于批处理操作系统，作业的内含已经不适合现代操作系统的描述。例如许多教材把作业作为内存分配的对象来描述，在现代操作系统是不准确的。本书参考国外同步教材尽力规范操作系统的概念和原理，或者说在规范操作系统的概念和原理方面做了一些工作，对一些操作系统的概念进行了重新的描述，例如死锁等。

本书反映了操作系统的最新发展，介绍了现代操作系统的新思想、新概念和新技术，详细准确地讲述了线程、任务、对象、句柄、消息传递和事务等一些操作系统的新概念。本书具有实用性，研究和剖析了当前流行的 NT 内核 Windows 操作系统和 Linux 操作系统。本书的描述系统模型是多任务网络操作系统，融入了许多操作系统方面的新知识和新的发展趋势，将理论与实践紧密结合，这使本书更为实用，适应了现代教学的需要。

本书的参考学时数为 64 学时左右。全书共 9 章。本书第 1~6 章由孔宪君编写，第 7~9 章由吕滨编写。全书由孔宪君规划和统稿，由柳青主审。

本书内容参考了部分国内外操作系统教材和其他技术资料，在这里对参考书籍和参考资料的作者表示感谢。

出版一本好书是作者的最大心愿，限于作者水平，书中难免存在一些疏漏和错误，恳请广大读者给予批评指正。

孔宪君

目 录

前言

第 1 章 操作系统概论 1

本章知识点分析 1

1.1 操作系统的概念 1

1.2 操作系统的分类与形成 5

1.3 操作系统的发展 11

1.4 操作系统发展历史简述 15

1.5 操作系统的功能 20

1.6 操作系统的用户接口 26

本章的难点和重点分析 33

复习思考题 35

第 2 章 进程管理 37

本章知识点分析 37

2.1 进程与任务 37

2.2 进程控制块与进程的状态 41

2.3 进程控制 45

2.4 进程的同步机构 49

2.5 经典进程同步问题 53

2.6 进程通信 59

2.7 基于消息传递的网络通信 64

2.8 线程机制 68

本章的难点和重点分析 74

复习思考题 77

第 3 章 处理机调度与死锁 79

本章知识点分析 79

3.1 处理机调度概述 79

3.2 调度算法 82

3.3 死锁的概念 87

3.4 预防死锁 90

3.5 避免死锁 91

3.6 检测死锁并解除死锁 95

本章的难点和重点分析 97

复习思考题 99

第 4 章 存储管理 102

本章知识点分析 102

4.1 存储管理概述 102

4.2 分区式存储管理 105

4.3 分页存储管理方式 113

4.4 分段存储管理方式 118

4.5 虚拟存储器 122

4.6 请求分页存储管理 125

本章的难点和重点分析 131

复习思考题 132

第 5 章 I/O 设备管理 135

本章知识点分析 135

5.1 I/O 设备管理概述 135

5.2 I/O 控制技术 138

5.3 缓冲管理 149

5.4 设备的分配 152

5.5 虚拟设备 155

5.6 设备驱动与 I/O 软件 158

5.7 磁盘 I/O 161

本章的难点和重点分析 168

复习思考题 170

第 6 章 文件系统 172

本章知识点分析 172

6.1 文件系统概述 172

6.2 文件的结构 177

6.3 目录管理 183

6.4 外存空间管理 189

6.5 文件的操作与共享 192

6.6 文件系统的可靠性与安全性 196

本章的难点和重点分析 202

复习思考题 204

第 7 章 NT 内核 Windows 操作系统 206

7.1 NT 内核 Windows 操作系统概述 206

7.2 NT 内核 Windows 操作系统的
体系结构 208

7.3 NT 对象、进程和线程 212

7.4 NT 处理机调度 216

7.5 NT 虚拟存储管理 220

7.6 NT 文件系统 224

7.7 网络功能 229

7.8 NT 内核 Windows 操作系统注册表	232	第 9 章 Linux 操作系统应用实训	267
本章的难点和重点分析	236	9.1 Linux 的安装与配置	267
复习思考题	238	9.2 Linux 的简单使用	270
第 8 章 Linux 操作系统	239	9.3 shell 命令	274
8.1 Linux 的发展	239	9.4 shell 程序设计	285
8.2 Linux 的体系结构	245	9.5 Linux 网络配置和网络应用	293
8.3 Linux 中的进程管理	247	9.6 Red Hat Linux 9.0 桌面 系统的使用	303
8.4 Linux 的存储管理	255	本章的难点和重点分析	309
8.5 Linux 设备管理	259	复习思考题	309
8.6 Linux 的文件系统	261	参考文献	310
本章的难点和重点分析	265		
复习思考题	266		

第 1 章 操作系统概论

本章知识点分析

操作系统是计算机系统硬件和软件资源的管理者和竞争资源的仲裁者，它是计算机硬件的第一次扩充，它的任务是给用户比裸机功能更强的虚拟机，并提供友好的用户接口，方便用户使用。操作系统管理的主要对象是处理机、存储器、设备和文件，常用的分析操作系统的观点有：资源的观点、虚拟机的观点和服务提供者的观点等。

本章的主要内容：操作系统和网络操作系统的定义，操作系统的目标、作用和模型，操作系统的基本类型，操作系统的特征及功能，操作系统的形成与发展，操作系统的用户接口等。

1.1 操作系统的概念

计算机系统就是按照用户的要求接受信息、存储信息、处理信息，并将结果信息输出给用户的机器系统，如图 1-1 所示计算机系统由硬件和软件两部分组成。硬件是指包括中央处理器（简称 CPU）、内存、外围设备（包括外存和各类输入/输出设备）等的物理设备的集合，是计算机系统赖以工作的实体。软件是指能提供所要求功能的程序与数据。软件又可以分为系统软件和应用软件，操作系统是系统软件的核心。

硬件是物理部件，软件是逻辑部件，软件是人类思维的产物。硬件产品允许有误差，只要能达到规定的精度要求就算合格。而软件产品则不允许有误差，因此在软件的生产上，要求有很高的质量保证体系。没有硬件，软件无法运行，没有软件，硬件是一堆废物。没有配置操作系统的计算机称为裸机。

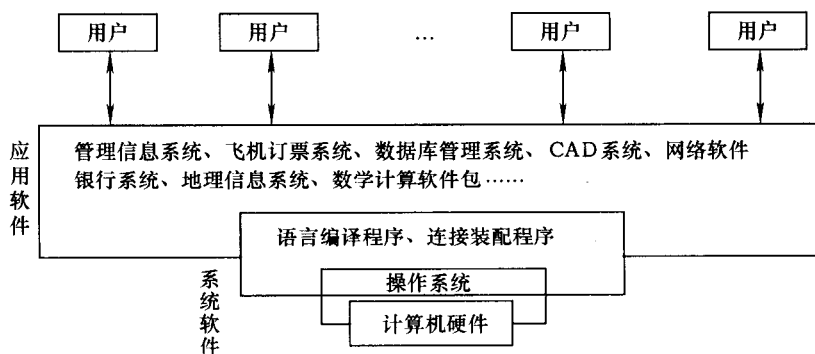


图 1-1 计算机系统示意图

1.1.1 操作系统和网络操作系统

1. 操作系统的定义

操作系统 (Operating System——OS) 是系统的核心, 它负责计算机系统全部软件和硬件资源的控制、管理和调度工作, 控制并协调多个任务的活动, 实现信息的存取和保护, 它提供用户接口, 为用户提供良好的应用平台和工作环境。

操作系统为用户完成所有“与硬件相关、与应用无直接关系”的工作, 给用户以方便、效率、安全, 给系统以高效和稳定。操作系统是计算机系统必不可少的重要的软件。

2. 网络操作系统的定义

网络操作系统 (Network Operating System——NOS) 就是具有网络功能的操作系统, 用于管理网络通信和共享网络资源, 协调各主机上任务的运行, 并向用户提供统一的、有效的网络接口的软件集合。网络操作系统具有网络通信、资源管理、网络服务、网络管理和相互操作能力等功能。网络操作系统包括客户端操作系统和服务器端操作系统。

微型化和网络化是计算机技术发展的两个重要方向, 随着计算机网络的发展, 微型计算机已经成为计算机世界的主角, 用户经常使用的微型计算机操作系统 Windows 2000/XP/2003、Linux 等都属于网络操作系统的范畴。

1.1.2 操作系统的目标

目前存在着多种类型的操作系统, 不同类型的操作系统, 其目标各有侧重。以下是通常的操作系统目标。

1. 方便性

没有配置操作系统的计算机是很难使用的, 因为计算机硬件只能识别 0 和 1 这样的机器代码, 用户在计算机上运行自己所编写的程序, 就必须用机器语言书写程序。用户使用计算机非常不方便, 很多用户将不会使用计算机。如果在计算机硬件上配置了操作系统, 用户便可通过操作系统所提供的各种命令来使用计算机系统, 大大地方便了用户, 从而使计算机变得易学易用。

2. 有效性

操作系统的基本目标就是提高计算机系统中各种资源的利用率, 提高计算机系统的运行效率。操作系统是通过合理地调度、控制和协调多个任务, 来改善系统资源利用率并提高系统的吞吐量。

方便性和有效性是操作系统最重要的两个目标。在过去很长一段时间内, 由于计算机系统非常昂贵, 因而其有效性比方便性更为重要。因此大多数操作系统理论都侧重于如何提高计算机系统资源的利用率和系统的吞吐量问题。但是, 近年来微机操作系统则更重视方便性。

3. 可扩充性

随着大规模集成电路技术和计算机技术的迅速发展, 计算机硬件和软件也随之得到迅速发展。用户对操作系统提出了更高的功能和性能要求。因此, 操作系统必须具备很好的可扩充性来适应发展的要求。

4. 开放性、标准化

开放性、标准化是指操作系统遵守国际标准和规范,使不同计算机体系结构的操作系统之间可以相互支持数据通信。20世纪80年代和90年代出现了各种类型的计算机硬件系统。为了使出自不同厂家的计算机及其设备能通过网络加以集成化并能正确、有效地协同工作,实现应用程序的可移植性和互操作性,操作系统应具有统一的开放环境,具有开放性和标准化。

5. 可靠性

可靠性包括正确性和健壮性。可靠性除了正确性这一基本要求外,还应包括能在预期的环境条件下完成所期望功能的能力,在发生硬件故障或某种意外的环境下,操作系统仍能做出适当的处理,避免造成严重损失的健壮性要求。随着计算机应用范围的日益扩大,对操作系统的可靠性要求也越来越高。影响操作系统正确性的因素有很多,最主要是由并发、共享以及随之带来的不确定性。并发使得系统中各条指令流的执行次序可以随机交叉。共享导致对于系统资源的竞争,使不同的指令执行序列之间产生直接和间接的相互制约。这种随机性要求操作系统能动态地应付随时发生的各种内部和外部事件。

6. 可移植性

可移植性是指把一个程序从一个计算机系统环境中移到另一个计算机系统环境中并能正常运行的特性。操作系统的开发是一项非常庞大的工程,为了避免重复工作,缩短软件研制周期,现代操作系统设计都将可移植性作为一个重要的目标。而影响可移植性的最大因素就是和机器有关的硬件部分的处理。为了便于将操作系统由一个计算环境迁移到另外一个计算环境中,应当使操作系统程序中与硬件相关的部分相对独立,并且位于操作系统程序的底层,移植时只需修改这一部分即可。

1.1.3 操作系统的地位和作用

操作系统是软件系统中最重要的、最基本的系统。它是配置在裸机上的第一层软件,是对硬件系统的第一次扩充。它在计算机系统中占有特殊的地位,其他所有软件都将依赖于操作系统的支持,取得它的服务。操作系统是支撑各种应用软件的平台,操作系统为用户提供良好的工作环境。

如图1-2所示,从操作系统的供求关系我们可以看出,操作系统是该供求关系的中心,没有操作系统该供求关系无法运转,操作系统是用户和计算机硬件的接口。在现代计算机系统中,没有操作系统用户将无法使用计算机。

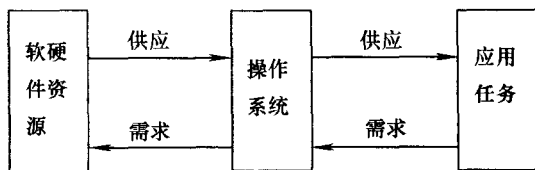


图 1-2 操作系统的供求关系

可以从不同的观点来观察操作系统的作用。

从一般用户的观点,可把操作系统作为用户与计算机系统之间的接口;从资源管理观点,则可把操作系统作为计算机系统资源的管理者和竞争资源的仲裁者;操作系统必须提高计算机资源的利用率;操作系统是计算机系统的调度指挥中心;操作系统是计算机系统功能的扩充。

1. 操作系统是用户与计算机系统之间的接口

操作系统处于用户与计算机系统之间,用户通过操作系统来使用计算机系统,操作系统

为用户提供使用计算机的应用平台。用户在操作系统的帮助下能够方便、快捷、安全、有效、可靠地操纵计算机硬件和软件，运行自己的程序。为方便用户使用操作系统，利用操作系统所提供的各种功能和服务，操作系统通常向用户提供以下三种类型的接口。

(1) 命令行接口 这是用户和操作系统的接口。用户可以直接通过键盘终端键入某种命令来取得操作系统的服务。UNIX 和 MS-DOS 就是典型命令行接口的操作系统。

(2) 图形用户接口 图形用户接口是命令行接口的扩展，在 20 世纪 90 年代推出的新型操作系统，普遍配置了更为直观的图形用户接口，并将系统的各项功能及各种应用程序以各种形式图标逼真地表示出来，再利用鼠标进行操作，这样可使计算机的操作更为简单方便、生动有趣。Windows 就是典型图形用户接口的操作系统。

(3) 程序接口 这是应用程序与操作系统的接口。用户通过系统调用，来取得操作系统的服务。

2. 操作系统是计算机系统资源的管理者和竞争资源的仲裁者

在一个计算机系统中，通常都包含了各种各样的硬件和软件资源。归纳起来可以将资源分为四类：处理机、存储器、设备及文件（程序和数据）。相应地，操作系统的主要管理功能也正是针对这四类资源进行的。处理机管理，主要用于控制、调度和管理处理机等；存储管理，主要负责内存的分配和回收等；设备管理，主要负责设备的分配与操纵，虚拟设备等；文件系统，主要负责文件的存取、共享和保护等。

资源管理的含义是多层次的，资源管理者必须完成如下工作：

- 1) 监视资源。当前资源的状况，有多少该类资源，谁在使用，谁在申请，可供分配的该类资源又有多少等。
 - 2) 资源分配策略。决定谁有权获得该类资源，何时可获得，可获得多少等。
 - 3) 分配资源。按照资源分配策略，对符合条件的申请者进行资源分配，并进行相应的管理事务处理。
 - 4) 回收资源。在使用者放弃资源之后，系统对该资源进行回收处理。
- 目前广为流行的一个关于操作系统资源的观点，正是把操作系统作为计算机系统的资源管理者和竞争资源的仲裁者。

3. 操作系统是计算机系统功能的扩充

裸机就是一台没有安装操作系统的计算机，即使其硬件功能再强，也必定是难于使用。如果我们在裸机上覆盖一层 I/O 设备管理软件，用户可利用它所提供的 I/O 命令，来进行数据输入和打印输出。此时用户所看到的机器，将是一台比裸机功能更强、使用更方便的机器。通常把覆盖了软件的机器称为虚拟机器。如果在第一层软件上再覆盖一层文件管理软件，则用户可利用该软件提供的文件存取命令来进行文件存取。此时，用户所看到的是一台功能更强的虚拟机器。如果在文件管理软件上再覆盖一层面面向用户的窗口软件，则用户便可在窗口环境下方便地使用计算机，形成一台功能极强的虚拟机器。

如图 1-3 所示，每当人们在计算机系统上覆盖一

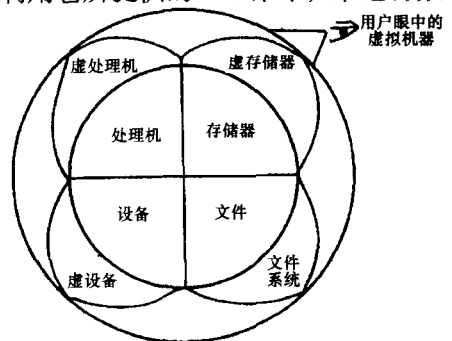


图 1-3 虚拟机器

层软件后，系统功能便增强一级。由于操作系统自身包含了若干层软件，因此当裸机上覆盖了操作系统后，便可获得一台功能显著增强，使用极为方便的多层虚拟机器。虚拟机的观点也是用户分析操作系统的基本出发点。

1.1.4 操作系统的层次模型

用户也可以用一个层次式的操作系统模型来描述操作系统。该模型分为三个层次，如图 1-4 所示。其最底层是操作系统对象，中间层是对对象进行操纵和管理的软件集合，其最高层是操作系统提供给用户使用的接口。

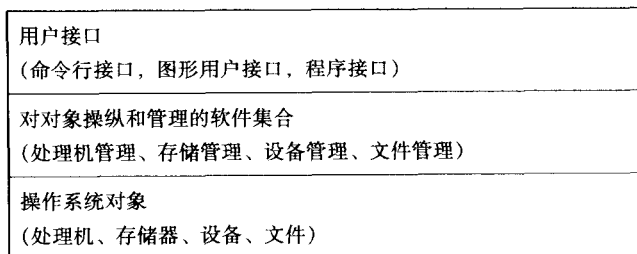


图 1-4 操作系统层次模型

(1) 操作系统对象 操作系统主要用于管理计算机系统中的各种硬件和软件资源，故操作系统的对象有以下几类：一个或多个 CPU，存储器，I/O 设备以及文件。

(2) 对对象操纵和管理的软件集合 该软件集合是操作系统的核心部分，集中了操作系统的五大功能中的四大功能，分别用于对上述四类对象进行操纵和管理。

(3) 用户接口 用户和操作系统的接口包括三类：命令行接口，图形用户接口，程序接口。

1.2 操作系统的分类与形成

1.2.1 操作系统的分类

操作系统一般分为传统操作系统和现代操作系统。操作系统的种类很多，也具有不同的特征，对操作系统的分类，可以基于不同的标准。本教材按以下方法分类：

1) 按计算机体系结构的角度分类：单机操作系统、主从式多终端操作系统、多机操作系统、网络操作系统、分布式操作系统、嵌入式操作系统。

2) 按资源共享的级别分类：单任务操作系统、多任务操作系统、单用户操作系统、多用户操作系统、单道操作系统、多道操作系统。

3) 按操作系统工作的方式分类：批处理系统、分时系统、实时系统。

4) 按处理机调度的基本单位分类：处理机调度的基本单位是进程的操作系统称为进程级操作系统；处理机调度的基本单位是线程的操作系统称为线程级操作系统。关于进程和线程的概念将在以后章节重点讲解。

1.2.2 操作系统的产生

操作系统的很多概念和原理都是在操作系统的发展过程中出现、发展并成熟的，但也有

些概念和原理随着操作系统的发展而淘汰。了解操作系统的产生和发展,有助于深刻认识操作系统的概念和原理的内涵和外延。

1. 手工操作阶段

20世纪50年代初,电子管计算机没有操作系统,由手工控制作业的输入输出,通过控制台开关启动程序运行。用户使用计算机的过程大致如下:先把程序纸带装上输入机,启动输入机把程序和数据送入计算机,然后通过控制台开关启动程序运行,计算完毕后,用户拿走打印结果,并卸下纸带。

(1) 手工操作方式的特点

- 1) 程序设计直接编制二进制目标程序。
- 2) 输入输出设备主要是纸带和卡片。
- 3) 程序员上机必须预约机时。
- 4) 程序的启动与结束处理都以手工方式进行。
- 5) 单用户方式。
- 6) 程序执行过程得不到任何帮助。

(2) 手工操作方式的缺点

- 1) 用户独占全机资源。
- 2) 计算机的有效机时严重浪费,CPU等待人工操作,效率低。

2. 单道批处理阶段

20世纪50年代,晶体管计算机产生了监督程序,可认为是操作系统的雏形。操作员将作业成批地输入到计算机,由监督程序识别一个作业进行处理。由于是串行执行作业,故称为单道批处理系统(Simple Batch Processing System——SBPS)。

单道批处理系统的工作过程:用户将作业交到机房,操作员将一批作业输入到外存(如磁带)中,形成一个作业队列。当需要调入作业时,监督程序从这一批中选一道作业调入内存运行。当这一作业完成时,监督程序调入另一道程序,直到这一批作业全部完成。

单道批处理可以分为联机批处理和脱机批处理。联机批处理是由CPU直接控制作业输入输出。脱机批处理是由卫星机控制作业输入输出。

(1) 单道批处理系统的特点

- 1) 作业步之间不需要人的干预。
- 2) 监督程序常驻内存。
- 3) 专职操作员。
- 4) 单道。
- 5) 监督程序只为一个计算机系统设计。
- 6) 开发过程可以使用FORTRAN等高级语言,程序的最后一条指令是返回监督程序。

(2) 对单道批处理系统的评价

- 1) 与人工操作方式相比,作业转换时间大大减小,系统运行效率有所提高。
- 2) 存在I/O速度慢,造成的CPU空闲等待时间。
- 3) 程序员无法同计算机交互。
- 4) 一个操作系统只能在一种机器上运行。

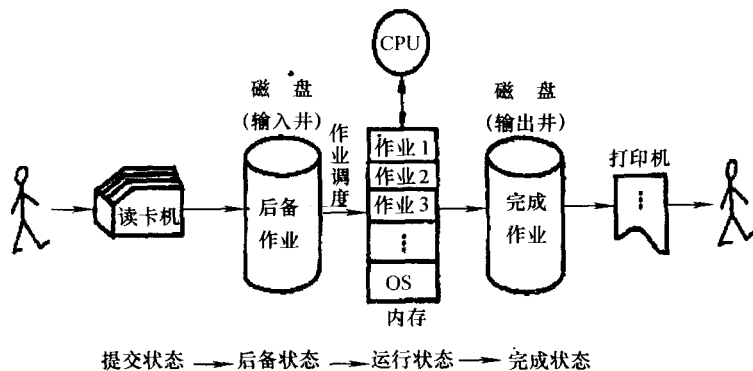


图 1-6 多道批处理系统示意图

2) 成批处理。用户自己不能干预自己作业的运行，一旦发现作业错误不能及时改正，并延长开发软件时间，所以适用于成熟的程序。

3) 无序性。

4) 调度性。

多道批处理系统的优缺点：

1) 系统资源的利用率高。

2) 系统吞吐量大。

3) 平均周转时间长。

4) 无交互能力。

3. 作业

(1) 作业的概念 作业由三部分组成：用户程序、数据和作业说明书，它适合于批处理系统处理。作业作为早期批处理操作系统中出现的概念，曾经是操作系统重要的概念之一。在其他计算机操作系统教材中，作业的概念仍然大量使用。由于现代操作系统已经很少使用作业，本教材讲授现代操作系统中的网络操作系统和微机操作系统的原理与应用，故很少涉及作业的概念，仅在批处理系统和作业调度中涉及到作业，在其他部分一概不使用。

用户在一次数据处理中，要求计算机所做的全部工作的总和称为作业。在处理作业过程中，所经过的步骤称为作业步，如某作业经历编译、链接、运行等作业步。在批处理系统中，常把一批作业按某种次序一个接一个输入到系统中，形成一个作业流。作业调度就是按一定调度算法从后备队列中选取一个子集，分配给他们内存等必要的资源，创建一组相应的进程。

(2) 作业的状态和状态转换 作业是动态的概念，如图 1-6 所示，一个作业从提交进入系统到其运行结束，作业在生命期中经历四个不同的状态，分别是提交状态、后备状态、运行状态、完成状态。

作业四种状态的转换过程是：当操作员把用户作业的全部信息利用输入设备输入到外存中的过程称为作业的提交状态；由“作业注册”程序为进入系统的作业建立作业控制块 (Job Control Block——JCB)，并把它加入到后备作业队列中，随时等候作业调度程序调度，此时作业处于后备状态；作业从提交状态到后备状态的转换过程也就是作业的注册过程。作

业调度程序从后备作业队列中选择若干个符合调度原则的作业，给他们分配内存等必要的资源，创建一组相应的进程，这些作业就进入了运行状态；经过处理机的执行，有些作业正常结束或因错误而终止，此时作业进入完成状态，其作业控制块由系统输出程序撤销，系统回收资源，将作业运行的结果信息加入输出井中，通过有关的输出设备输出。

4. 分时系统

针对批处理系统的不足，20世纪60年代中期产生了分时系统，分时系统是现代操作系统发展史上的里程碑。分时技术是提高资源利用率的重要手段。早期著名的分时操作系统是1963年美国麻省理工学院研制的CTSS（Compatible Time-Sharing System）和1965年在ARPA的支持下MIT、贝尔实验室和通用电气公司联合开发的MULTICS（Multiplexed Information and Computing Service）系统。

分时系统（Time-Sharing System——TSS）是基于主从式多终端的计算机体系结构。如图1-7所示，一台功能很强的主计算机（Mainframe）可以连接多个终端（几十台、上百台终端），提供多个用户同时上机操作。每一个用户通过自己操作的终端，把用户程序送入主计算机，计算机也通过终端向各用户反馈其程序运行的情况。主计算机采用时间分片的方式轮流地为各个终端上的用户服务，及时地对用户的服务请求予以响应。虽然物理上只有一台主计算机，但是每一个用户都可以得到及时的服务响应，每一个用户都感觉到是一台计算机在专门为他服务，这就是分时系统。

分时系统中的分时概念不同于硬件设计中分时使用某个设备或部件，它是将主计算机CPU的运行时间分割成一个个微小时间片，把这些时间片依次轮流地分配给各个终端用户的程序执行，每个用户程序仅仅在它获得的CPU时间片内执行。当时间片用完，用户又处于等待状态，此时CPU又在为另一个用户服务。用户程序就是这样断断续续，直到最终完成执行。虽然在微观上用户程序运行是不连续的，串行的，但是在宏观上，多个用户在共同使用主计算机，共享主计算机的服务。

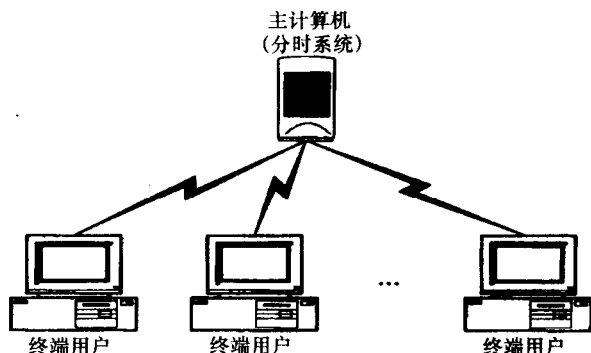


图 1-7 分时系统示意图

(1) 时间片和响应时间 将处理机的时间分割成若干个片段，每个时间片段称为时间片。时间片就是分时的时间单位，主计算机以时间片为单位，轮流为每个终端用户服务。如果系统中有 n 个同时性用户，每个用户终端轮转服务一次所需的时间片为 q ，则分时系统的响应时间 $t = nq$ 。

分时系统与批处理系统有明显的区别，也具有常规操作系统应有的功能模块。为确保分时系统的整体功能和实现多用户分时操作的特征，分时系统还需要考虑如下重要问题：

1) 分时时间片的长短是一个重要问题，它将影响终端用户的响应时间。由于系统中的用户终端数是有限的，只要时间片的长短选择得适当，每一个终端用户从放弃CPU到下次再获得CPU的等待时间就不会很长，不会影响用户程序的执行和终端操作。如果时间片过长，用户等待时间将会延长，将影响用户操作、思维和心理。而时间片过短，就会增加系统

本身的开销。大量的时间浪费在程序切换、终端切换和内部管理上。

2) 用作分时系统主计算机的系统配置也将影响分时系统的性能, 如果主机系统运行速度太慢, 内存容量太小, I/O 接口通道太窄, 都会直接影响到用户终端的及时响应, 影响到交互操作。此时, 用户发出请求命令后迟迟得不到系统的响应, 将会对系统的操作产生怀疑。每增加一台终端, 每开启一个用户, 系统反应速度将会更慢。所以, 主计算机的配置要求一定要能够满足分时操作系统的要求, 硬件系统和软件系统的紧密配合才能更好的发挥分时操作系统的功能。

(2) 分时系统的设计思想 分时即把处理机的时间分割成很短的时间片, 时间片是用户终端共享主计算机 CPU 的基本单位, 分时系统中处理机按时间片轮流处理各终端的进程(活动的应用程序称为进程), 当时间片到, 进程如未完成, 等待下一轮继续处理, 由于处理机速度很快, 时间片很短, 使每台终端的用户感觉自己在独自使用计算机。分时系统的特点如下:

1) 分时系统就是采用分时技术, 按时间片轮转的方法, 同时为许多终端用户服务, 对每个用户能保证足够快的响应时间, 并提供交互会话的功能。

2) 设计目标: 对用户的请求及时响应, 并在可能条件下尽量提高系统资源的利用率。

3) 适合办公自动化、教学及事务处理等要求人机会话的场合。

(3) 分时系统的特征

1) 同时性。若干个用户通过各自的终端同时使用一台主计算机, 从宏观上看, 所有用户是在同一时间并行工作的, 但从微观上看, 各个用户是轮流使用计算机的。

2) 独立性。虽然多个用户通过多个终端同时使用一台计算机, 但用户之间相互独立操作, 互不干扰, 由操作系统保证各个用户程序运行的完整性。

3) 及时性。系统保证对每一个用户的输入请求做出及时的响应, 使用户感觉到是他自己在使用和控制计算机。

4) 交互性。可人机对话, 系统通过终端完成用户与计算机系统的交互操作和对话, 用户通过终端发出命令和服务请求, 系统通过终端向用户反馈信息。

推动多道批处理系统形成和发展的动力是提高资源利用率和系统吞吐量。推动分时系统形成和发展的主要动力是用户需要, 即人机交互、共享主机和便于用户上机。分时系统是为了满足用户需求所形成的一种操作系统。它与多道批处理系统之间, 有着截然不同的性能差别。

5. 实时系统

20 世纪 60 年代中期产生了实时系统 (Real-Time System), 实时系统是一种能在限定时间内对输入数据进行快速处理并做出响应的计算机处理系统。实时系统是另一类特殊的多道程序系统, 它主要应用于需要对外部事件进行及时响应并及时处理的领域。

什么是实时? 实时含有立即、及时的意思。所以, 响应时间是实时系统最关键指标。实时系统是指系统对输入的及时响应, 对输出的按需提供。计算机能及时响应外部事件的请求, 在规定的截止时间内完成事件的处理, 并能控制所有实时设备和实时任务协调运行。

在实时系统中, 用截止时间来衡量系统的实时性能, 截止时间可分为开始截止时间和完成截止时间, 开始截止时间是指系统中的某个操作必须在截止时间前开始; 完成截止时间是指系统中的某个操作必须在截止时间前完成。